

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 658.5:[69.05:725]

С. І. КУШНІР^{1*}, О. А. БОНДАР²,
В. О. ПОКОЛЕНКО³, І. М. ЯКИМЧУК⁴, О. М. ХОМЕНКО⁵

^{1*} Кафедра менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва і архітектури, Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680, тел. +38 (044) 241 54 98, ел. пошта nkc_kiev@ukr.net

² Кафедра менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва і архітектури, Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680, тел. +38 (044) 241 54 98, ел. пошта alenka_bon@i.ua, ORCID 0000-0002-4633-6859

³ Кафедра менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва і архітектури, Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680, тел. +38 (044) 241 54 98, ел. пошта nkc_kiev@ukr.net, ORCID 0000-0003-1750-5964

⁴ Кафедра менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва і архітектури, Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680, тел. +38 (044) 241 54 98, ел. пошта nkc_kiev@ukr.net

⁵ Кафедра менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва і архітектури, Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680, тел. +38 (044) 241 54 98, ел. пошта nkc_kiev@ukr.net, ORCID 0000-0002-6242-4736

ЗАСТОСУВАННЯ BIM-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОТРЕБ МОДЕЛЮВАННЯ ЦИКЛУ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ ЙОГО СЕРЕДОВИЩЕМ

Мета. Розробка на ґрунті BIM-технологій розрахунково-методичного інструментарію організаційно-технологічного моделювання та вибору варіантів організації будівництва та формалізованого адміністрування циклу будівельного девелоперського проекту. **Методика.** Застосовано основи прикладного інструментарію організації будівництва в складі життєвого циклу будівельних проектів, що ґрунтуються на залученні BIM-моделей для потреб підготовки та адміністрування таких проектів у форматі сучасного девелопменту. **Результати.** Визначено, що в сучасних реаліях вітчизняного будівельного девелопменту доцільним є узгодження системи девелопменту в будівництві з вимогами і стандартами, визначеними Project Management Institute. Виконано адаптацію існуючих моделей організації будівництва до формату та змісту BIM-технологій, які забезпечують продуктивну візуалізацію та аналіз циклу будівельного девелоперського проекту. Для потреб успішного впровадження будівельних проектів у форматі девелопменту розроблено і обґрунтовано методико-прикладний інструментарій BIM-моделювання та адміністрування будівництва. **Наукова новизна.** Визначається оригінальністю результатів проведеного дослідження та їх внеску у розвиток організаційного та технологічного моделювання як складової науки «Організація будівництва» та системністю застосування для потреб девелоперського управління. **Практична значимість.** Здійснене вдосконалення змісту аналітичного конструктивного організаційно-технологічного моделювання та адміністрування будівництва є важливим практичним інструментом успішного девелопменту в будівництві, що дозволяє реалізувати передові організаційно-управлінські та інформаційні технології для потреб девелопменту будівельних проектів.

Ключові слова: організація будівництва; будівельний девелоперський проект (БДП); BIM-інструментарій організаційно-технологічного моделювання та адміністрування циклу БДП; організаційно-технологічна модель будівництва

Вступ

У реаліях вітчизняного будівельного ринку та систем адміністрування будівництвом BIM-технології (Building Information Modeling) (Талапов, 2015; Талапов, 2017) залишаються допоміжним засобом візуально-графічного та аналітичного подання змісту будівельного девелоперського проекту як об'єкту будівництва та інвестування. Проте стратегічною тенденці-

єю даного ринку є становлення будівельного девелопменту як єдиного середовища будівельного проекту та формату адміністрування будівництвом (Бондар, & Кочедикова, 2015; Котляров, 2018).

Враховуючи такі стратегічні домінанти, виникає потреба переспрямування та переналаштування функціонального змісту та графоаналітичної конструкції BIM-технологій до особливостей підготовки та організації циклу будів-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

льного девелоперського проекту (БДП) – від просування початкової інвестиційно-продуктової ідеї до завершення дії девелоперського контракту.

ВІМ-технології вже не слід розглядати виключно як додатковий інструмент візуалізації ходу проектного циклу (Eastman, Tieholz, Sacks, & Liston, 2011; Bradley, Lark, & Dunn, 2016; Kensek, & Noble, 2014). Їх слід позиціонувати та використовувати в більш широкому форматі, як комплексний інструмент (Кушнір, 2014; Кушнір, 2017), спрямований на вирішення завдань формалізованої оцінки та вибору загальної організаційно-технологічної моделі циклу БДП з використанням нової системи критеріїв, які охоплюють впливи як зовнішнього, так і внутрішнього мікросередовищ проекту, а також оперативного функціонально-технічного, технологічного та адміністративного контролю виконання окремих стадій і робіт БДП субпідрядниками (виконавцями) проекту.

Потреба залучення ВІМ-технологій до складу організаційно-технологічних моделей будівництва як чинника їх аналітичного оновлення визначає актуальність дослідження, представленого в даній статті.

Мета

Метою є розробка на ґрунті ВІМ-технологій розрахунково-методичного інструментарію організаційно-технологічного моделювання та вибору варіантів організації будівництва та формалізованого адміністрування циклу будівельного девелоперського проекту – від ініціювання до створення готової будівельної продукції. Об'єктом дослідження є процеси організації будівництва в складі життєвого циклу будівельного девелоперського проекту, а предметом дослідження – є методичні засади та інструментарій оновлення моделей та оргструктур девелоперського управління будівництвом на ґрунті ВІМ-технологій.

Методика

За підсумком аналізу джерел виявлено, що важливим чинником в подоланні інерції щодо впровадження девелопменту в будівництві слід вважати розробку нових інструментів моделювання будівництва, які б відображали нові підходи в організації будівництва за схемою девелоперського управління. Для цього слід залучати переваги моделей-аналогів, що зарекомендували себе успішним використанням в

європейській практиці (Eastman, Tieholz, Sacks, & Liston, 2011; Bradley, Lark, & Dunn, 2016; Kensek, & Noble, 2014; Буравлева, Клипина, & Крутилова, 2016; Мамаев, Шарманов, Золотова, Свинцицкий, & Городнюк, 2016).

Визначено недоліки та переваги параметричної бази, топології різних типів ресурсно-календарних та організаційно-технологічних моделей щодо їх відповідності специфіці реалізації будівельних проектів за схемою девелоперського контракту. Визначено недоцільність застосування для девелоперських схем організації будівництва жодного з традиційних видів організаційно-технологічних моделей.

Отже, нагальним є вирішення проблеми пошуку нового, синтетичного типу для моделі візуалізації та організаційно-технологічного коригування циклу будівельного проекту. Її топологічну конструкцію та розрахункову базу слід вдосконалити, спрямувавши їх на адекватне відображення (на ґрунті ВІМ-технологій), продуктивне і своєчасне коригування руху будівельного проекту – від ініціації до завершення будівництва.

Прийнятою робочою гіпотезою дослідження визначено, що в сучасних реаліях вітчизняного будівельного девелопменту доцільним є узгодження системи девелопменту в будівництві з вимогами і стандартами, визначеними Project Management Institute. Це передбачає включення до складу інструментарію організації будівництва, окрім ВІМ-модулів, також і спеціальних візуальних компонент – «карт чутливості». Зазначені «карти» для формату даного дослідження доцільно представити у вигляді формалізованої (на ґрунті ВІМ-технологій) графоаналітичної візуалізації змін впливу окремих організаційних і технологічних характеристик проекту на підсумкові результати циклу.

На базі гіпотези прийнято наступну постановку задачі: в умовах ініціації і просування в Україні численних будівельних інвестиційних проектів із залученням іноземного капіталу, виникає необхідність системного впровадження девелопменту в підрядне будівництво. Тому нагальною потребою, що потребує вирішення, є адаптація існуючих моделей організації будівництва до формату та змісту ВІМ-технологій, які забезпечують продуктивну візуалізацію та аналізу циклу будівельного девелоперського проекту – від ініціації проекту до завершення дії девелоперського контракту.

Результати

Для потреб успішного впровадження будівельних проєктів у форматі девелопменту розроблено і обґрунтовано методико-прикладний

інструментарій BIM-моделювання та адміністрування будівництва (табл. 1) (Кушнір, & Поколенко, 2018).

Таблиця 1

Загальна структура, зміст та спрямування компонент BIM-інструментарію організаційно-технологічного та структурного моделювання змісту процесів управління та середовища будівельного девелоперського проєкту

№ з/п	Шифр компоненти	Зміст компоненти (моделі)	Детальний зміст компоненти (моделі)
1	BIM-Str	Оргструктура адміністрування будівництвом та внутрішнє середовище проєкту (рис. 1).	1.1 Узгодження на інституційному рівні проєкту та вибір формату будівельного девелопменту, найбільш прийнятого щодо суб'єктів адміністрування та загального змісту проєкту. 1.2 Відображення специфіки та змісту робіт та завдань по стадіях і фазах БДП. Деталізація зміст робіт і стадій по проєкту. 1.3 Пропозиції щодо розподілу праці в оргструктурі адміністрування БДП. 1.4 Визначення загальної типології оргструктури, адаптування її до прийнятої до впровадження формату і концепції девелопменту. 1.5 Розробка та оцінка варіантів оргструктури адміністрування БДП (ОА-БДП). 1.6 Формування BIM-моделі оцінки ОА-БДП. 1.7 Оцінка переваг та недоліків альтернатив ОА-БДП за допомогою кількісних та якісних параметрів із залученням ОПР із оточення проєкту. 1.8 Вибір варіанту ОА-БДП. 1.9 Визначення тривалості та регламенту бізнес-процесів всередині ОА-БДП за рівнями, підрозділами та командами. 1.10 Оцінка внутрішнього середовища БДП за характеристиками виконавчої, функціональної та організаційно-управлінської спроможності по окремим організаціям-виконавцям та в цілому по проєкту. Одержання індикаторів, за якими здійснюватиметься оперативне коригування параметрів робіт. 1.11. Функціонування ОА-БДП впродовж циклу БДП – від ініціації до введення в дію потужностей проєкту (до директивного рівня).
2	BIM-jobs	BIM-роботи будівельного девелоперського проєкту	2.1 Розробка, оцінка та вибір організаційно-технологічного формату – BIM-моделі підготовки та організації будівництва. 2.2 Розробка, оцінка та вибір візуально-графічного формату BIM-моделі. 2.3 Розробка, оцінка та вибір аналітичного формату BIM-моделі, окремо за масивами, параметрами, об'єктами, ділянками, захватками, стадіями та видами робіт. 2.4 Підготовка електронних масивів параметрів за окремими роботами БДП. 2.5 Визначення директивних значень параметрів. 2.6 Побудова аналітичних організаційно-аналітичних функцій зміни значень характеристик виконання робіт від директивних до розрахункових (оперативно-скоригованих) на підставі індикаторів-корелянтів (одержані за підсумками виконання п. 1.10). 2.7 Визначення оперативно-скоригованих значень параметрів за всіма роботами проєкту. 2.8 Остаточний розрахунок масивів параметрів за всіма роботами проєкту.
3	Bim-Int	Інтегрована BIM-модель циклу БДП	3.1. Розробка та прийняття нового переліку аналітичних критеріїв оцінювання варіантів інтегральних моделей Bim-Int(β), де β – номер варіанту. 3.2 Графо-топологічна інтеграція («згортка») окремих робіт в єдину інтегральну модель організації циклу БДП. 3.3 Аналітична фіксація окремих робіт використанням початкових та кінцевих віх (фіксаторів) за окремими масивами-роботами проєкту. 3.4 Розробка варіантів інтегральної моделі Bim-Int(β). Прив'язка варіантів Bim-Int(β), до початку і завершення стадій і фаз циклу (в т.ч. щодо локальних комплексів та об'єктів в складі будівельно-інвестиційного комплексу) та інших пріоритетних подій циклу, які визначені інституційними суб'єктами БДП.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Основою інструментарію є вдосконалена на ґрунті BIM-технологій та нечітко-логічних методів прийняття рішень модель адекватного відображення та своєчасного коригування руху інтегрованих девелопером та замовником ресурсів та управлінських технологій впродовж цілісного циклу БДП – від ініціації до завершення будівництва.

Провідною компонентою інструментарію є модель «BIM-роботи будівельного девелоперського проекту». Змістовно-функціональним призначенням моделі є відтворення у графоаналітичному форматі BIM-технологій організаційно-технологічна модель організації циклу будівельного девелоперського проекту (рис. 1).

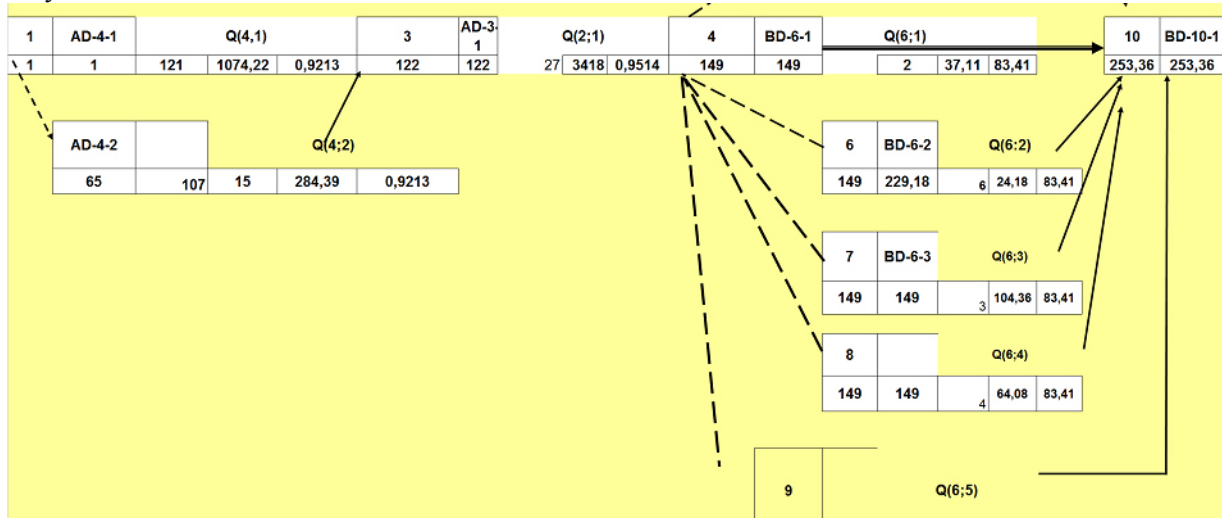


Рис. 1. Фрагмент візуально-аналітичної конструктивної сукупної BIM-моделі адміністрування циклу БДП: BD-6-1 – код BIM-аркушу, де міститься матриця параметрів локального елемента; Q(6;1) – шифр локального елемента (в даному фрагменті – планування будівельного майданчика); 4 – порядковий номер події, що прив'язує план-графік та будівництво до бюджету, тис. грн.; 83,41 – ідентифікована першою компонентою оцінка надійності субпідрядника, % до зразкового стану (100 %)

На відміну від традиційного використання технологій, компоненти яких спрямовані на графічну візуалізацію, технічний та аналітичний опис та вирішення функціональних завдань формування архітектурно-організаційно-технологічної, проектно-кошторисної документації проекту, в даній роботі у форматі технологій представлена цілісна модель життєвого циклу БДП структуризація стадій та робіт здійснюється не за технологічним змістом та розділами проектно-кошторисної документації (ПКД), а за укрупненими комплексами робіт та стадіями БДП, що віддані у виконання певному виконавцеві та регламентовані відповідними тристоронніми «угодами про субпідряд» між замовником, девелопером та виконавцем.

Цілісна модель циклу утворена інтеграцією матрично-структурованих елементів-робіт (BIM-job), які сполучаються між собою спеціальними транзитивними графоаналітичними комунікаціями (типу «вхід & вихід», «вхід & лаг випередження & вихід» тощо). Елемент-робота (BIM-job) є системним описом, який з викорис-

танням візуальних можливостей BIM-технологій включає:

- візуально-графічну модель частини об'єкту (будівлі чи споруди), що є об'єктом діяльності певного субпідрядника;
- графо-морфологічний фрагмент елементу-роботи в складі інтегрованої моделі циклу БДП;
- «matrix-job» – матрицю організаційно-технологічних та адміністративно-управлінських параметрів, частина з яких є суворо детермінованою (нормативною), а решта є коригованою і підлягає уточненню та наступним змінам після оцінювання надійності відповідального виконавця збоку девелопера.

Окрема компонента інструментарію – модель «Оргструктура адміністрування будівництвом та внутрішнє середовище проекту» – забезпечує моделювання, оцінку та вибір варіантів організаційної структури адміністрування проектом. Принциповими інноваціями цієї моделі є оцінка внутрішнього середовища девелоперського проекту через 7-факторну чітко-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

формалізовану комплексну BIM-процедуру (рис. 2) оцінки виробничо-технологічної конкурентоспроможності, економічної надійності та рівня інноваційності субпідрядників проекту. Підсумкова оцінка субпідрядника дає формалізовано оцінити спроможність підприємства-виконавця (субпідрядника БДП) виконати ви-

моги девелопера щодо функціонально-технологічної якості та вартісних характеристик виконання роботи (стадії), що, в свою чергу, дає обґрунтовані підстави девелоперу залишити або вилучити дану організацію із складу виконавців БДП.

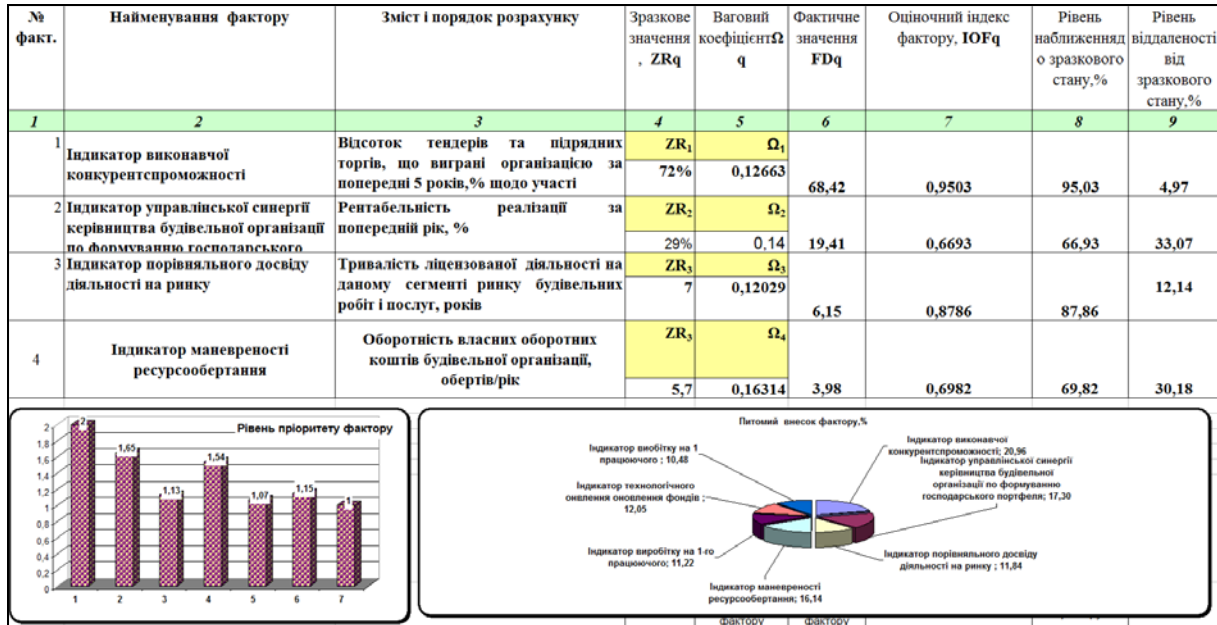


Рис. 2. Матриця оцінки девелопером субпідрядників проекту

Одержана оцінка є формалізованою аналітичною підставою для коригування (змін) значень провідних організаційно-технологічних характеристик виконання робіт (тривалість, кошторисна вартість, додаткові адміністративно-управлінські витрати тощо) в складі організаційно-технологічної моделі циклу БДП. В такий спосіб забезпечується узгодження між нормативними та директивними характеристиками реалізації циклу БДП по окремим роботам і стадіям, деталізованих графоаналітичними розгалуженнями плану-графіку, який інтегрує «роботи-матриці» по окремим родам і стадіям.

Завершальна компонента інструментарію забезпечує на альтернативній основі вибір прийнятної для замовника та девелопера варіанту ресурсно-календарної BIM-моделі організації будівництва (в складі цілісної моделі циклу БДП) узгодження її із зведеним кошторисним розрахунком та девелоперським бюджетом проекту.

Достовірність вибору альтернатив забезпечується формуванням «профілю надійності» БДП та значенням підсумкового індекс-

пріоритету, з допомогою якого визначаються порівняльні (компромісно узгоджені) переваги досліджуваного варіанту щодо іншого. В такий спосіб зазначена компонента забезпечує раціональне узгодження вимог інституційних учасників (замовник, інвестор та девелопер) щодо технологічних, функціональних та вартісних характеристик виконання циклу БДП, в якому організація будівництва є найбільш складною щодо функціонально-технічного змісту, а підготовча фаза (включаючи формування дієвої оргструктури адміністрування) є найбільш відповідальною за підсумки цільового використання ресурсів на формування продукту проект із заздалегідь встановленими параметрами.

Наукова новизна та практична значимість

Наукова новизна результатів досліджень визначається оригінальністю їх внеску у розвиток організаційного та технологічного моделювання як складової науки «Організація будівництва» та системністю застосування для потреб девелоперського управління, що здійснено че-

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

рез інноваційно-упорядковані BIM-моделі нового типу для варіативного моделювання та вибору варіантів організації будівництва з високим рівнем адаптогенних можливостей.

Практична значимість інструментарію BIM-моделювання процесів та середовища організації будівництва визначається тим, що здійснене в роботі вдосконалення змісту та аналітичного конструктивного організаційно-технологічного моделювання та адміністрування будівництва є важливим практичним інструментом успішного девелопменту в будівництві, що дозволяє реалізувати передові організаційно-управлінські та інформаційні технології для потреб девелопменту будівельних проектів.

Обґрунтовані в роботі інноваційні організаційно-структурні та організаційно-технологічні моделі, розроблені на ґрунті BIM-технологій та нечіткої логіки, забезпечують девелоперу спроможність вибору такого варіанту моделі організації будівництва об'єкту в складі циклу адміністрування БДП, яка відповідає директивним вимогам замовника та дозволяє очікувати найвищий для девелопера приріст результатів операційної діяльності від реалізації в обраному форматі організації підготовчої та інвестиційної фаз проектного циклу.

Висновки

Методико-аналітичні результати досліджень, представлені в даній статті, втілено в комплекс прикладних модулів «BIM-модулі адміністрування циклом БДП». Зазначений комплекс програм створює відповідну сучасним потребам будівельного ринку та системі будівельного девелопменту науково-прикладний засіб підготовки, організаційно-технологічного, змістовно-функціонального та адміністративно-управлінського супроводу циклу БДП, забезпечуючи при цьому належну управлінську та організаційно-технологічну експертизу будівельних проектів, якісну підготовку та організацію циклу, мінімізацію ризиків підготовчої та будівельної фаз для замовника та девелопера проекту.

С. І. КУШНИР^{1*}, Е. А. БОНДАРЬ²,
В. О. ПОКОЛЕНКО³, І. Н. ЯКИМЧУК⁴, А. М. ХОМЕНКО⁵

^{1*} Кафедра менеджмента в строительстве, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Воздухофлотский проспект, 31, Киев, Украина, 03680, тел. +38 (044) 241 54 98, эл. почта nkc_kiev@ukr.net

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Eastman, C., Tiecholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. Hoboken, New Jersey: John Wiley.
- Bradley, H., Lark, R., & Dunn, S. (2016). BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective. *Automation in Construction*, 71(2), 139-152.
- Kensek, K., & Noble, D. (2014). *Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice*. Hoboken, New Jersey: John Wiley.
- Бондар, О. А., & Кочедикова, А. С. (2015). Удосконалення організаційно-економічної моделі інноваційної діяльності підприємства. *Управління розвитком складних систем*, 25(1), 75-77.
- Буравлева, А. Ф., Клипина, Н. А., & Крутилова, М. О. (2016). Внедрение BIM-технологий в процесс проектирования и строительства объектов недвижимости. *Вестник научных конференций*, 10-3(14), 36-39.
- Котляров, М. А. (2018). *Основы девелопмента недвижимости*. Москва: Юрайт.
- Кушнір, С. І. (2014). BIM-компоненти вибору виконавців будівельних девелоперських проектів. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*, 30(3), 34-38.
- Кушнір, С. І. (2017). Адміністративні процедури BIM-технологій при реалізації будівельних проектів. *Управління розвитком складних систем*, 29(2), 143-151.
- Кушнір, С. І., & Поколенко, В. О. (2018). Методико-прикладний інструментарій організації будівництва на ґрунті BIM-технологій. *Управління розвитком складних систем*, 30(2), 155-162.
- Мамаев, А. Е., Шарманов, В. В., Золотова, Ю. С., Свиницкий, В. А., & Городнюк, Г. С. (2016). Прикладное применение BIM-модели здания для контроля инвестиционно-строительного проекта. *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*, 1-3, 83-87.
- Талапов, В. В. (2015). *Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий*. Москва: ДМК Пресс.
- Талапов, В. В. (2017). *Введение в информационное моделирование зданий*. Саратов: Профобразовани.

² Кафедра менеджмента в строительстве, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Воздухофлотский проспект, 31, Киев, Украина, 03680, тел. +38 (044) 241 54 98, эл. почта alenka_bon@i.ua, ORCID 0000-0002-4633-6859

³ Кафедра менеджмента в строительстве, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Воздухофлотский проспект, 31, Киев, Украина, 03680, тел. +38 (044) 241 54 98, эл. почта nkc_kiev@ukr.net, ORCID 0000-0003-1750-5964

⁴ Кафедра менеджмента в строительстве, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Воздухофлотский проспект, 31, Киев, Украина, 03680, тел. +38 (044) 241 54 98, эл. почта nkc_kiev@ukr.net

⁵ Кафедра менеджмента в строительстве, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Воздухофлотский проспект, 31, Киев, Украина, 03680, тел. +38 (044) 241 54 98, эл. почта nkc_kiev@ukr.net, ORCID 0000-0002-6242-4736

ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЦИКЛА СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА И АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ЕГО СРЕДОЙ

Цель. Разработка на основе BIM-технологий расчетно-методического инструментария организационно-технологического моделирования и выбора вариантов организации строительства и формализованного администрирования цикла строительного девелоперского проекта. **Методика.** Применены основы прикладного инструментария организации строительства в составе жизненного цикла строительных проектов, основанные на привлечении BIM-моделей для потребностей подготовки и администрирования таких проектов в формате современного девелопмента. **Результаты.** Определено, что в современных реалиях отечественного строительного девелопмента целесообразно согласование системы девелопмента в строительстве с требованиями и стандартами, определенными Project Management Institute. Выполнена адаптация существующих моделей организации строительства к формату и содержанию BIM-технологий, которые обеспечивают производительную визуализацию и анализ цикла строительного девелоперского проекта. Для потребностей успешного внедрения строительных проектов в формате девелопмента разработан и обоснован методико-прикладной инструментарий BIM-моделирования и администрирования строительства. **Научная новизна.** Определяется оригинальностью результатов проведенного исследования и их вклада в развитие организационного и технологического моделирования как составляющей науки «Организация строительства» и системностью применения для потребностей девелоперского управления. **Практическая значимость.** Существенное совершенствование содержания аналитического конструктивного организационно-технологического моделирования и администрирования строительства является важным практическим инструментом успешного девелопмента в строительстве и позволяет реализовать передовые организационно-управленческие и информационные технологии для потребностей девелопмента строительных проектов.

Ключевые слова: организация строительства; строительный девелоперский проект (БДП); BIM-инструментарий организационно-технологического моделирования и администрирования цикла БДП; организационно-технологическая модель строительства

S. I. KUSHNIR^{1*}, O. A. BONDAR²,
V. O. POKOLENKO³, I. M. YAKYMCHUK⁴, O. M. KHOMENKO⁵

^{1*} Department of Management in Construction of The Kyiv National University of Construction and Architecture, Povitroflotsky Avenue, 31, Kyiv, Ukraine, 03680, tel. +38 (044) 241 54 98, e-mail nkc_kiev@ukr.net

² Department of Management in Construction of The Kyiv National University of Construction and Architecture, Povitroflotsky Avenue, 31, Kyiv, Ukraine, 03680, tel. +38 (044) 241 54 98, e-mail alenka_bon@i.ua, ORCID 0000-0002-4633-6859

³ Department of Management in Construction of The Kyiv National University of Construction and Architecture, Povitroflotsky Avenue, 31, Kyiv, Ukraine, 03680, tel. +38 (044) 241 54 98, e-mail nkc_kiev@ukr.net, ORCID 0000-0003-1750-5964

⁴ Department of Management in Construction of The Kyiv National University of Construction and Architecture, Povitroflotsky Avenue, 31, Kyiv, Ukraine, 03680, tel. +38 (044) 241 54 98, e-mail nkc_kiev@ukr.net

⁵ Department of Management in Construction of The Kyiv National University of Construction and Architecture, Povitroflotsky Avenue, 31, Kyiv, Ukraine, 03680, tel. +38 (044) 241 54 98, e-mail nkc_kiev@ukr.net, ORCID 0000-0002-6242-4736

APPLICATION OF BIM-TECHNOLOGIES FOR THE NEEDS OF MODELING A CYCLE OF A CONSTRUCTION PROJECT AND ADMINISTRATION OF ITS MEDIUM

Purpose. Development on the basis of BIM-technologies of calculation and methodological tools of organizational and technological modeling and the selection of options for organizing construction and formalized administration of the cycle of a construction development project. **Methodology.** The basics of applied tools for the organization of construction as part of the life cycle of construction projects, based on engaging BIM models for the needs of preparing and administering such projects in the format of modern development, are applied. **Findings.** It was determined that in the modern realities of the domestic construction development, it is advisable to coordinate the development system in construction with the requirements and standards defined by the Project Management Institute. The adaptation of the existing models of the organization of construction to the format and content of BIM-technologies, which provide productive visualization and analysis of the cycle of the construction development project, has been completed. For the needs of the successful implementation of construction projects in the development format, the methodological and applied tools of BIM-modeling and construction management have been developed and substantiated. **Originality** is determined by the originality of the results of the study and their contribution to the development of organizational and technological modeling as a component of the “Construction Management” science and systemic application for the needs of developer management. **Practical value.** The accomplished improvement of the content of analytical constructive organizational and technological modeling and administration of construction is an important practical tool for successful development in construction and allows for the implementation of advanced organizational, managerial and information technologies for the needs of development of construction projects

Keywords: organization of construction; construction development project (CDP); BIM-toolkit of organizational-technological modeling and CPD-cycle administration; organizational and technological model of construction

REFERENCES

- Eastman, C., Tiecholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. Hoboken, New Jersey: John Wiley. (in English)
- Bradley, H., Lark, R., & Dunn, S. (2016). BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective. *Automation in Construction*, 71(2), 139-152. (in English)
- Kensek, K., & Noble, D. (2014). *Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice*. Hoboken, New Jersey: John Wiley. (in English)
- Bondar, O. A., & Kochedykova, A. Ye. (2015). Udoshkonalennia orhanizatsiino-ekonomichnoi modeli innovatsiinoi diialnosti pidpriemstva. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 25(1), 75-77. (in Ukrainian)
- Buravleva, A. F., Klipina, H. A., & Krutilova, M. O. (2016). Vnedrenie BIM-tehnologij v process proektirovaniya i stroitel'stva obektov nedvizhimosti. *Vestnik nauchnykh konferencij*, 10-3(14), 36-39. (in Russian)
- Kotljarov, M. A. (2018). *Osnovy developmenta nedvizhimosti*. Moskva: Jurajt. (in Russian)
- Kushnir, S. I. (2014). BIM-komponenty vyboru vykonavtsiv budivelnykh developerskykh proektiv. *Shliakhy pidvysychennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 30(3), 34-38. (in Ukrainian)
- Kushnir, S. I. (2017). Administratyvni protsedury BIM-tekhnologii pry realizatsii budivelnykh proektiv. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 29(2), 143-151. (in Ukrainian)
- Kushnir, S. I., & Pokolenko, V. O. (2018). Metodyko-pryklyadniy instrumentarii orhanizatsii budivnytstva na grunti BIM-tekhnologii. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 30(2), 155-162. (in Ukrainian)
- Mamaev, A. E., Sharmanov, V. V., Zolotova, Ju. S., Svincickij, V. A., & Gorodnjuk, G. S. (2016). Prikladnoe primenenie BIM-modeli zdaniya dlja kontrolja investicionno-stroitel'nogo proekta. *Aktual'nye proble-my gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 1-3, 83-87. (in Russian)
- Talapov, V. V. (2015). *Tehnologija BIM. Sut' i osobennosti vnedrenija informacionnogo modelirovaniya zdaniy*. Moskva: DMK Press. (in Russian)
- Talapov, V. V. (2017). *Vvedenie v informacionnoe modelirovanie zdaniy*. Saratov: Profobrazovanie. (in Russian)

Надійшла до редколегії 03.06.2019

Прийнята до друку 11.06.2019